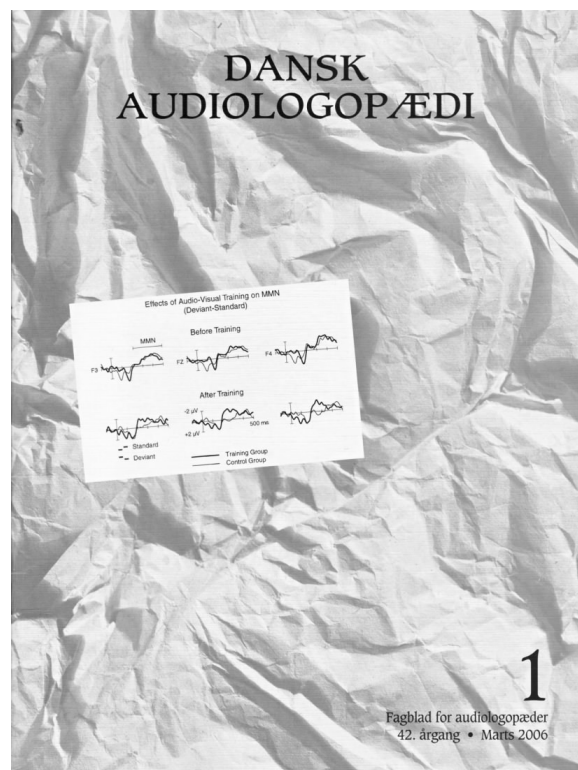


Perceptuel integration og læsevanskeligheder

Af Finn Holst

Læsevanskeligheder er en problemstilling, som har fået en fornyet aktualitet i forbindelse med et øget fokus på læsekompetencer for danske skoleelever – ikke mindst på baggrund af de internationale sammenlignede undersøgelser der er gennemført i OECD regi.

Den teoretiske forståelse af problemet har traditionelt set været rettet mod det kognitive aspekt. I de sidste år har der imidlertid været en fornyet interesse for de perceptuelle problemstillinger. Især en tilgang i krydsfeltet mellem musik og sprog har vist overraskende resultater. På denne baggrund har jeg gennemført en mindre undersøgelse indenfor det perceptuelle område for børn med læsevanskeligheder. Resultaterne peger overbevisende på, at en forskningsmæssig indsats på området kunne være meget produktiv i forhold til en målrettet indsats. Desuden ville der herigennem være mulighed for at kvalificere brugen af koblingen mellem musik og sprog på et forskningsmæssigt grundlag.



Dysleksi er et område, hvor der findes en mangfoldighed af teorier, undersøgelser, forklaringer og løsningsforslag. Jeg vil tage udgangspunkt i en række internationale videnskabelige artikler fra de sidste år, som dækker nyere diskussioner og undersøgelser på området. Det er især interessant, at den kognitive tilgang er blevet suppleret med en perceptuel (Moore et al 2003). Den fornyede interesse i perceptuelle faktorer og perceptuel læring er betinget af opdagelser i neurovidenskab om hjernens plasticitet og af udviklingspsykologiske undersøgelser, som har vist, at sproglige læringsvanskeligheder for nogle børn var forbundet med problemer i visuel og auditiv perception. Det mest kontroversielle og perspektivrige er uden tvivl, at det har vist sig at være muligt, i nogle tilfælde, at afhjælpe disse problemer gennem perceptuel træning/læring. Jeg vil først, på baggrund af en redegørelse fra Ramus et al (2003), ridse de dominerende teorier op:

Teori 1: *Den fonologiske teori*¹ hævder, at dysleksi skyldes en manglende evne til at repræsentere, huske og/eller genkalde talesprogets lyde. Forklaringen er, at det kræver en grafem-fonem overensstemmelse at afkode et alfabetisk system - en overensstemmelse mellem bogstaverne og de dertil hørende sproglyde. Hvis disse lyde (dvs. lyd-elementer) repræsenteres, huskes eller genkalderes dårligt, vil det svække grundlaget for at læse det alfabetiske system. Teorien postulerer altså en direkte sammenhæng mellem et kognitivt deficit (som er specifikt fonologisk) og det adfærdsmæssige problem, man ønsker at forklare. Den neurologiske forklaring er i denne forståelse, at det handler om en dysfunktion i den del af hjernen, som er forbundet med fonologisk repræsentation eller med forbindelsen mellem fonologisk og ortografisk repræsentation.

Kritikken af teorien (som rejses gennem de følgende teorier) stiller ikke spørgsmålstegn ved det fonologiske deficit som medvirkende til læsevanskeligheder, men hævder, at problemerne er mere

¹ Bradley og Bryant 1978; Bradly og Shankweiler 1991; Snowling 1981; Vellutino 1979.

omfattende med basis i generelle sensoriske, motoriske og læringsmæssige processer - som så igen betinger de fonologiske problemer. Tilhængere af fonologiteorien vil imidlertid afvise disse faktorer med den begrundelse, at de ikke er centrale og ikke spiller en kausal rolle (fx Snowling 2000).

Teori 2: *Den auditive teori*² peger på, at manglende perceptiv evne til at behandle hurtigt skiftende lyde er en basis for de fonologiske problemer, som fører til læsevanskeligheder. Det er opfattelsen, at der er tale om en manglende evne til at repræsentere korte lyde og hurtige ændringer. Denne teori understøttes af undersøgelser, som viser problemer med at skelne auditive kontraster (auditiv differentiering).

Teori 3: *Den visuelle teori*³ opfatter dysleksi som en manglende visuel evne til at behandle bogstaver og skrevne ord på et neuralt niveau. Den visuelle teori udelukker ikke et fonologisk deficit, men peger på et yderligere visuelt problem, i det mindste hos nogle dyslektikere.

Teori 4: *Den magnocellulære teori*⁴ hævder, at den manglende neurale evne ikke er begrænset til den visuelle perception, men derimod er generel for alle modaliteter (visuelt, auditivt og taktilt, motorisk og som en følge heraf også fonologisk).

Selvom den auditive og den visuelle teori (teori 2 og 3) er blevet præsenteret hver for sig, er der nu udbredt enighed om at se dem som en samlet teori. De indgår således i det samlede perspektiv, der ligger i den magnocellulære teori.

Teori 5: *Den motoriske teori (cerebellum-teorien)*⁵ hævder, at der er tale om en let dysfunktion i lillehjernen (cerebellum), som i første række afstedkommer motorisk-artikulative problemer, som så igen leder til problemer med repræsentation (som motorisk repræsentation).

Sammenfattes dette har vi som overblik tre teorier:

- den fonologiske teori
- den auditive-visuelle / magnocellulære teori)
- den motoriske teori / cerebellum-teorien

I dette perspektiv er det nu mere interessant at få indsigt i en nuanceret, samlet forståelse end at tænke i ”leje”. Således laver Ramus et al (2002) en sammenlignende undersøgelse af de tre teorier og finder, at i en voksegruppe af studerende dyslektikere har 16 et fonologisk deficit, 10 har et auditivt, 4 har et motorisk og 2 har et visuelt deficit. Konklusionen er at fastholde fonologiteorien, og samtidig at fastholde forskellige auditive, visuelle eller motoriske faktorer. Den egentlige konklusion må forstås som nødvendigheden af at forstå relationen mellem de kognitive og perceptuelle faktorer. Man forsøger således at sætte de forskellige teorier på området i perspektiv til hinanden og peger på, at vi simpelthen ved for lidt om de visuelle, auditive og motoriske faktorer, og hvordan de spiller sammen med det fonologiske princip.

Den finske undersøgelse

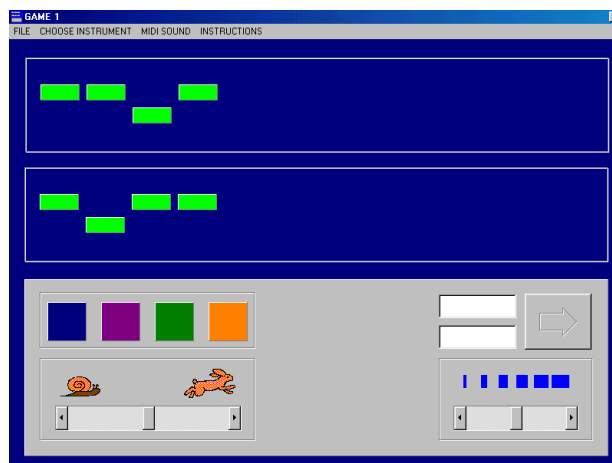
Et hold finske forskere er gået videre i denne retning med et meget omfattende projekt med fokus på de perceptuelle problemstillinger i form af koblingen mellem det auditive og det visuelle. Projektet er et samarbejde mellem læseforskning, neurovidenskab og musikpsykologi.

² Tallal 1980; Tallal et al 1993

³ Livingstone et al 1991; Lovegrove et al 1980; Stein og Wash 1997

⁴ Stein og Wash 97

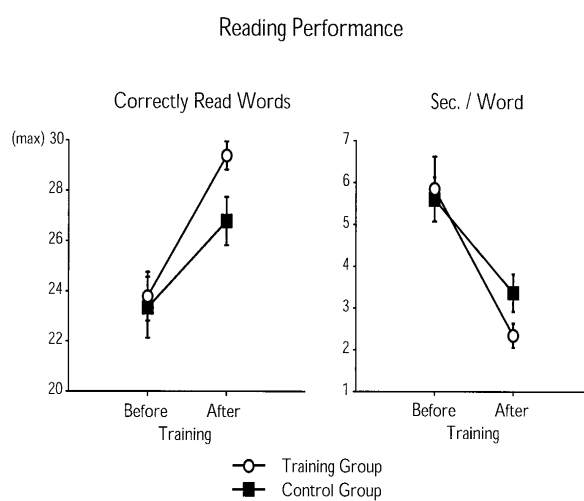
⁵ Nicolson og Fawcett 1990; Nicolson et al 2001



Figur 1

Det finske forsøg, som blev publiceret i Proceedings of the National Academy of Sciences (Kujala et al 2001), handler om at undersøge, hvorvidt audio-visuel træning uden sprogligt materiale kan afhjælpe læsevanskeligheder og udvikle central auditiv processing hos dyslektiske børn. Man benyttede et ukompliceret computerprogram, Audilex (figur 1), som kobler visuel repræsentation med simple melodiske og rytmiske toneforløb. Programmet er lavet af Kai Karma, som er professor i musikpædagogik ved Sibelius Akademiet i Helsinki. Karma har arbejdet med koblingen mellem musikalsk tænkning og perception og strukturering af visuelle, temporale sekvenser (Karma 1994).

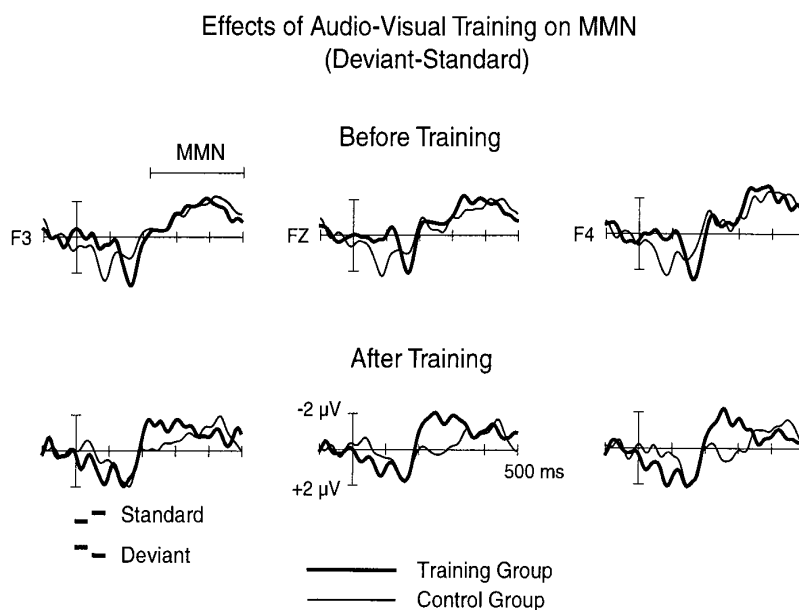
Man har undersøgt en hovedgruppe på 48 børn med svære læsevanskeligheder, samt en kontrolgruppe af børn uden læsevanskeligheder, for at kunne sammenligne læseudvikling. Hovedgruppen blev delt i to grupper, hvoraf den ene modtog målrettet træning ved hjælp af det omtalte computerprogram. Efter træningsperioden blev der lavet læsetest og elektrofysisk måling af auditiv differentiering. Man fandt en signifikant forbedring af læsefærdigheder - figur 2 (fra Kujala et al 2001) viser resultaterne for udviklingen af rigtigt læste ord og læsehastighed for henholdsvis undersøgelses- og kontrolgruppen.



Figur 2

Desuden kunne man fastslå neurale, plastiske ændringer i auditiv cortex, som kunne måles som forbedret MMN (auditiv differentiering) med markant forbedrede reaktionstider på hurtige lydændringer. Det er altså et spørgsmål om, hvordan en bestemt lyd (input) “når ind til” og bearbejdes i hjernen. Er der en del af det, der modtages, som mistes i bearbejdningen? Det fremgår

af figur 3 (fra Kujala et al 2001), at der er tale om substantiel ændring af den auditive perception, idet der efter træning optræder et markant kraftigt "signal", som ikke findes hos kontrolgruppen. Der er tale om begyndelsen i et ændret lydsignal (fx begyndelsen af et ord), som ellers simpelthen mangler i perceptionen.



Figur 3

Det er interessant, at disse resultater kunne opnås ved brug af et program, som *ikke* benytter sprogligt materiale, hvilket peger på, at dysleksi, i det mindste til dels, kan forårsages af en utilstrækkelig auditiv perception (teori 2). Koblingen mellem forbedret læsning og auditiv diskrimination peger på, at der er tale om begrænsninger af en bottom-up proces - altså at der er tale om en dysfunktion på et mere basalt niveau end det fonologiske. Imidlertid tyder resultaterne af dette forsøg på, at der ikke, som ifølge den auditive teori, kun er tale om problemer med processering af hurtige, akustiske ændringer, da der *ikke* indgår materiale med hurtige, akustiske ændringer i træningsmaterialet. Det nævnes som en mulig (og interessant) hypotese, *at man gennem den perceptuelle læring (træning) opnår en større evne til at strukturere det auditive input - og herigennem påvirker evnen til percipere detaljerede ændringer.*

Diskussion

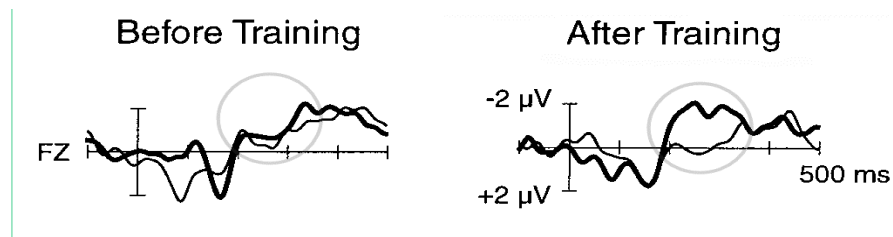
Jeg vil nu tage fat i nogle punkter, som jeg mener kunne uddybe forståelsen af de finske resultater. For det første tyder de ændringer, der optræder i den finske undersøgelse på, at der er tale om perceptuel integration. For det andet vil jeg give et bud på, hvad denne perceptuelle integration kunne handle om. På dette grundlag reformuleres hypotesen som udgangspunkt for min egen undersøgelse.

Perceptuel integration

Spørgsmålet om opfattelse af mikro-timing har vist sig, indenfor nyere, neurovidenskabelig forskning, som afgørende for evnen til at sammensætte (koordinere) multimodal perception. En integration er afhængig af en kobling, og denne kobling er i høj grad afhængig af en samtidighed. Varela, som er den ene af de to forfattere til den kendte autopoiesis-teori (Maturana og Varela 1987), karakteriserer mentale aktiviteter gennem den samtidige deltagelse af adskillige, distinkte og topografisk fordelte regioner i hjernen og deres sensomotoriske forankring (embodiment) og bygger dette på en række nyere neurovidenskabelige undersøgelser (Varela 1999, s. 116-118). Varela (1999) præciserer en opdeling i tre forskellige niveauer, som opererer i tre forskellige, tidlige størrelsesordner, hvilket gør det muligt at bestemme den størrelsesorden der vedrører perceptionelle processer. Dette er samtidigt området hvor perceptuel kobling – eller mere præcist: integration -

finder sted; faserummet hvor forskellige modaliteter, som Varela beskriver det, går i fase.

Som det ses af MMN målingerne (en form for EEG-målinger) på figur 4, er der tale om, at "objekter" af størrelsesordenen ca. 200 msec., "dukker op" efter træning. Dette peger på, at der er tale om ændringer af en kobling eller integration mellem det auditive og det visuelle (den kobling der ligger i træningen) på det perceptuelle niveau.



Figur 4

Auditiv kobling

Men hvad skulle auditiv differentiering have at gøre med visuel perception - forudsætter en forbedret auditiv differentiering en samtidig visualisering? Hvor kommer den audiovisuelle koordination, som den finske undersøgelsen jo bygger på, overhovedet ind i billedet?

Zatorre og Halpern (1999) har ved hjælp af PET scanninger undersøgt den auditive forestilling, forbundet med musikkens melodiske aspekt. Det interessante og overraskende resultat af disse undersøgelser er, at den auditive forestilling er forbundet med en moderat hjerneaktivitet i det auditive cortex og med en væsentligt stærkere aktivitet i den visuelle-temporale del af hjernen. Fortolkningen af dette er, at auditiv forestilling er en koordination mellem to forskellige områder og to forskellige funktioner. Den auditive forestilling, der er undersøgt, er melodiske strukturer, og man kunne forestille sig, at dette ikke ville adskille sig fra sproglige, temporale strukturer - hvilket kunne underbygges med overensstemmelsen mellem musikalske strukturer og sprogets prosodi, som fremhævet fx af Lerdahl og Jackendorff (1996).

Nye undersøgelser indenfor det musikterapeutiske forskningsfelt viser en stærk relation mellem det melodiske aspekt og sproglig rehabilitering (Baker et al 2005). Gennem en såkaldt melodisk intonations-terapi (Melodic Intonation Therapy og Modified Melodic Intonation Therapy) udvides patienternes sproglige, sekventielle spændvidde dramatisk. Der er her tale om et fokus på det melodiske aspekt, hvilket altså kan ses som en anvendelse eller bekræftelse af denne kobling - i modsætning til en udbredt tradition for ensidigt at fokusere på det rytmiske aspekt fx gennem at arbejde med puls. Undersøgelser af basismusikalske forhold i tidlig sproglig udvikling (mor/barn kommunikation) viser at både det melodiske og det rytmiske aspekt indgår (Trevorthen 1999).

Kompleksitet

Jeg har beskrevet en mulig forklaring på sammenhængen mellem auditiv forestilling og audio-visuel træning. Vægten ligger imidlertid ikke så meget på repræsentation af enkelt-elementer (simultant perspektiv), men derimod på forestilling af den strukturelle sammenhæng (sekventielt perspektiv) - et perspektiv som er blevet tematiseret herhjemme af John Maul (1995). Den strukturelle eller formmæssige forestilling er en slags generalisering, som kan *reducere kompleksitet* - og som Varela (1999) har gjort opmærksom på, så er kompleksiteten netop afgørende for, hvorvidt det er muligt at integrere perceptionen - hvilket i det konkrete tilfælde handler om at kunne integrere det auditive-sekventielle input (lyd) med en visuel-temporal forestilling (kontur).

Denne forståelse er på linie med en nyere undersøgelse, som viser en sammenhæng mellem musikalsk træning og mental bearbejdningshastighed. Undersøgelsen er gennemført i et samarbejde mellem musik og medicin i Freiburg (Gruhn et al 2003). Hvor hypotesen i dette arbejde er af generel karakter (vedrører "mental hastighed" som sådan), hvilket i sidste ende kan være svært at

konkludere på, kunne resultaterne imidlertid specifikt tages til indtægt for den auditiv-visuelle integration (træningen er auditiv, målingen er visuel, ændringen viser korrelation). Øget hastighed kan nemlig opstå ved en mindre kompleks belastning. Dette er et udmærket eksempel på, at det er overordentligt svært at undersøge den magnocellulære teori på et generelt plan.

Hypotese

Jeg har forsøgt at nuancere den hypotese, som blev foreslået i konklusionen på det finske forsøg - at man gennem den perceptuelle læring (træning) opnår en større grad af strukturering af det auditive input - og herigennem påvirker evnen til at percipere detaljerede ændringer.

Resultatet bliver, at jeg præciserer hypotesen således, at manglende evne til at integrere auditiv-sekventiel- og visuel-temporal perception (temporal fragmentering) kan føre til en manglende kompleksitets-reduktion og dermed en funktionsnedsættelse, som påvirker det kognitive aspekt.

En undersøgelse af dyslektiske børn i femte klasse

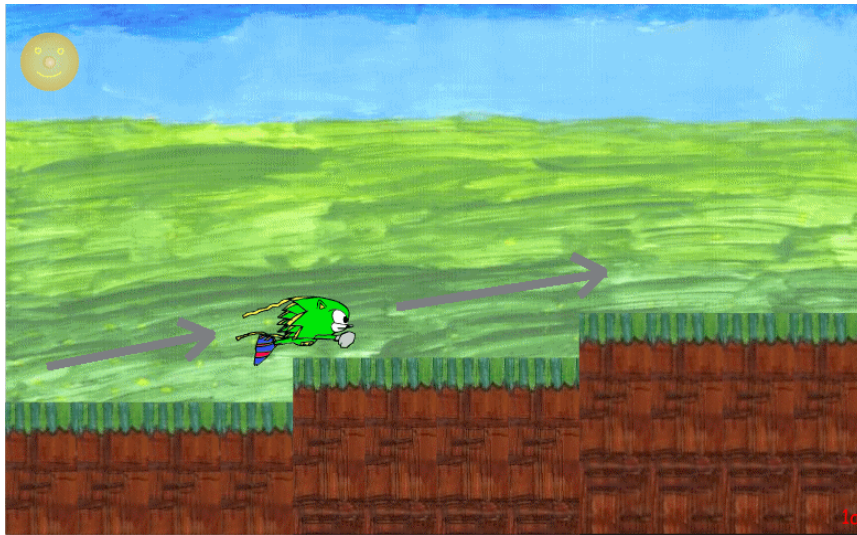
Jeg har foretaget en undersøgelse med denne hypotese for øje. Jeg ønskede at vide, om der er en forskel på elever med svære læse-vanskeligheder og normalklasseelever mht. evnen til at forbinde auditiv-sekventiel og visuel-temporal perception.

Undersøgelsesgruppen

Jeg har benyttet en gruppe børn, som er visiteret som børn med svære læsevanskeligheder (læsehusbørn i XX Kommunes læsehus-projekt,YY). Læsehus-børnene er alle 5. klasses elever, og jeg har derfor benyttet et antal normal-elever fra en 5. klasse (ZZ Skole, XX Kommune). For at danne mig et indtryk af læsehus-børnenes placering i et udviklingsperspektiv har jeg desuden undersøgt børn fra en 1. klasse (ZZ skole).

Undersøgelsens instrument

Jeg har udviklet et multimedialt computerprogram til undersøgelsen. Det har været hensigten at forbinde et melodisk motiv med en tilsvarende visuel fremstilling af den samme struktur. I den finske undersøgelse blev dette gjort i form af "klodser", der skulle illudere de enkelte toner. Dermed bliver det imidlertid op til brugeren at omsætte dette statiske billede til en visuel-temporal form ved at forestille sig klodserne (figur 1) som del af en kontur. Heri ligger en, i min forståelse, unødvendig afkodningsproces. Dette kan være udmærket i en læringssituation, men jeg mener, det indfører en ekstra faktor i en undersøgelse. Jeg har derfor animeret den visuelle fremstilling i form af en figur, som bevæger sig hen over en række trin af forskellig højde. Den visuelle-temporale struktur, der fremstilles, er således 'isomorf' (ensdannede, med samme form) med den auditive-sekventielle. Jeg benytter 16 forskellige melodiske motiver bestående af tre toner hver - og det er nu meningen, at testpersonen skal sammenholde et melodisk motiv med to forskellige visuelle præsentationer (baner). Ved at trykke på mellemrumstasten (kræver ikke computermæssige forkundskaber) skal man så give tilkende, hvilken bane man mener svarer til det melodiske motiv. Der stilles ikke tekstlige eller andre spørgsmål. Når man har besvaret et spørgsmål, går programmet videre til det næste melodiske motiv og de dertil hørende to 'baner'. Ved et rigtigt svar vises en glad smiley, og ved et forkert svar vises en knapt så glad smiley. Hvert rigtigt svar giver ti point, som vises på skærmen. Programmet er således bygget op over de kendte standarder for simple spil, og figurerne og banerne er lavet med inspiration fra et kendt computerspil. Figur 5 viser visualiseringen, der svarer til toneforløbet c - d - e (tre lige lange toner, som bevæger sig én tone op og derefter igen én tone op). Figuren bevæger sig i en bane (kontur), synkront med det melodiske motiv, fra det ene trin til det næste. Grafikken er lavet af en 5. klasses elev.

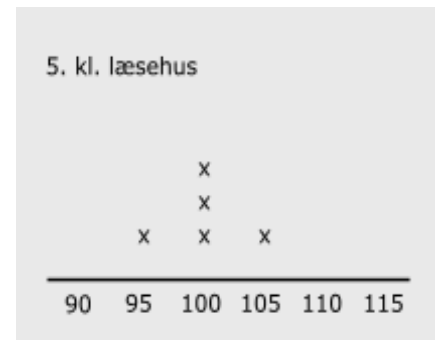


Figur 5

Ud fra en opfattelse af musik, som både omfatter en proto-musikalitet (Trevarthen 1999), som har vist sig at være af stor betydning i tidlige sproglig udvikling (mor-barn kommunikation), og musik fortolket i en kulturel sammenhæng, har jeg arbejdet med en teoretisk beskrivelse og en undersøgelse af børns opfattelse af det melodiske aspekt i et bottom-up perspektiv (Holst 2001). På dette grundlag har jeg udvalgt de melodiske motiver.

Undersøgelsen

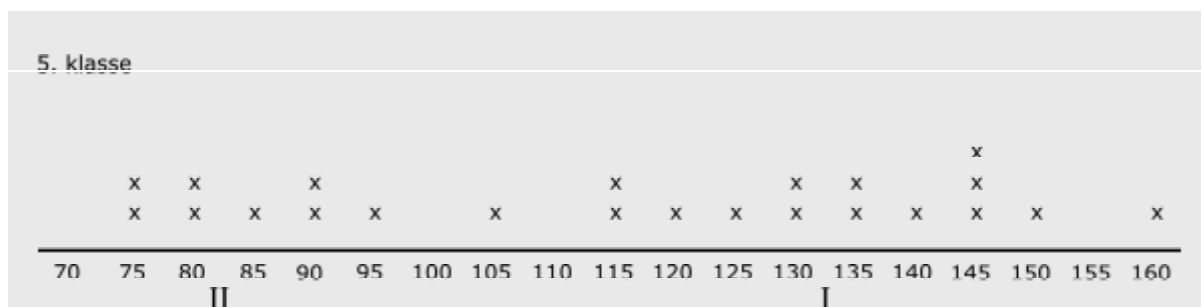
Den primære undersøgelsesgruppe er læsehusklassen, som består af fem børn. Programmet blev først forklaret mundtligt, hvorefter eleven gennemførte spillet flere gange selvstændigt. Slutresultatet for hvert spil blev noteret. Resultatet for denne gruppe lå i området mellem 95 og 105 point (ud af max 160), se figur 6.



Figur 6

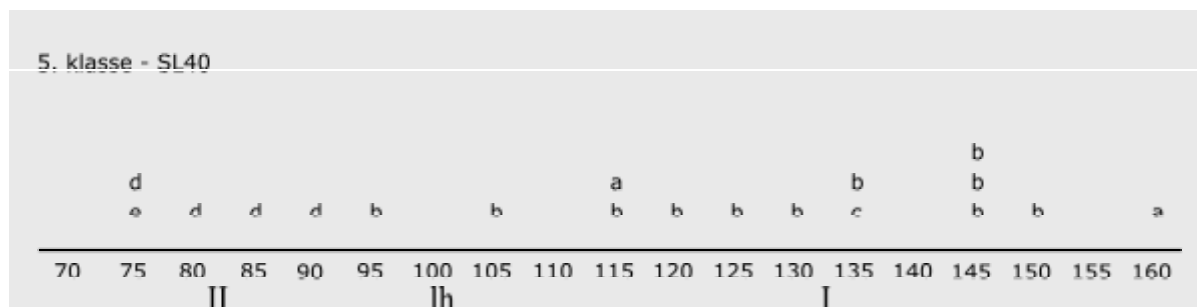
Fra en 5. klasse blev der testet 23 elever som primær kontrolgruppe. Resultatet falder i to områder:

- I. Et hovedområde mellem 115 og 160.
- II. en markant gruppe i området mellem 75 og 95.



Figur 7

Denne dobbeltbukkelkurve (figur 7) er meget markant og rejste spørgsmålet om, hvordan disse to grupper forholdt sig i forhold til læsestandpunkt. Det var muligt at sammenligne resultatet med en læseprøve (SL40) taget i november i fjerde klasse (6 måneder gammel). Fire af de undersøgte elever havde ikke deltaget i læseprøven (nye i klassen) - heraf ligger to i hver af grupperne. Fordelingen med angivelse af læseprøveresultater (a,b,d,d,e) ses i figur 8.



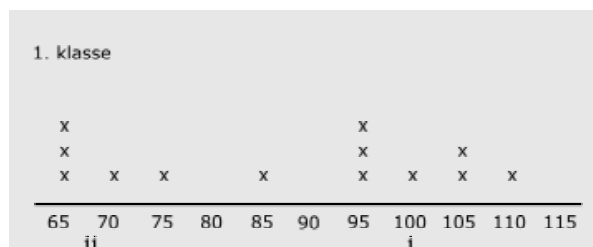
Figur 8

Overensstemmelsen mellem gruppe II og dårlige resultater i SL40 (d og e) er påfaldende. Gruppe I har ligeså overensstemmelse med gode SL40 resultater, dog med to undtagelser. En elev (den absolut bedste læser i læsekategori a) scorer 115 point i computerundersøgelsen, hvilket der ikke foreligger nogen forklaring på - dog kan det ikke udelukkes, at han har gjort det for sjov. En anden elev scorer 135 i computerundersøgelsen og ligger i læsekategori c. Dette er dog i overensstemmelse med andre elever i dette område, som klarer sig rimelig godt med hensyn til procent rigtigt læste ord, men er meget langsomme læsere (omhyggelige). Denne elev er reelt set ubetydeligt langsommere end de andre og 'hopper' dermed formelt over i kategori c. Kategorierne i SL40 er simpelthen ikke gode nok: 'b'-gruppen omfatter både læsere, som læser rigtigt og hurtigt, og læsere som læser rigtigt og langsomt. I området mellem 115 og 135 findes de langsomme læsere, og i området mellem 135 og 160 findes de hurtige. Tilbage er så området mellem 95 og 110, som er "tyndt befolket" og som måske med rimelighed kunne tolkes som elever fra gruppe II, der er i udvikling hen imod "normalgruppen" (den store midtergruppe i en normalfordeling).

Den primære undersøgelsesgruppe (læsehusbørnene) befinder sig i midterområdet mellem gruppe I og gruppe II i den undersøgte normalklasse (på figuren betegnet som "lh"). Læsehusklassens placering er (som forventet) væsentligt lavere end hovedgruppen (I) i kontrolgruppen - hvilket bekræfter, at der er en forskel på elever med svære læse-vanskeligheder og ('normale') normalklasseelever mht. evnen til at forbinde auditiv-sekventiel og visuel-temporal perception. Dette resultat er helt klart og overbevisende. Men den overraskende markante opdeling af normalklassen i en gruppe I og en gruppe II viser, at der er tale om en gruppe i normalklassen, som har dårlige læseresultater, og som har en dårlig integration af auditiv-sekventiel og visuel-temporal perception - og at denne gruppe ligger dårligere i computerundersøgelsen end læsehusklassebørnene. Dette peger meget stærkt på, at der er tale om en restgruppe (undervisningsmæssigt og udviklingsmæssigt).

Fra en 1.klasse er der desuden blevet testet en gruppe på 14 tilfældigt udvalgte elever som sekundær kontrolgruppe. Formålet hermed var at forsøge at placere den primære undersøgelsesgruppe (læsehusbørnene) i et udviklingsperspektiv: hvordan placerer de sig (mhp. audiovisuel integration) i forholdet til en udviklingstendens fra 1. til 5. klasse.

1. klasse eleverne fremviser den samme markante opdeling i to grupper (figur 9):
 i: en større gruppering i området 95 til 110 (85 til 110)
 ii: en markant gruppe i området 65 til 75



Figur 9

Perspektivering

De to undersøgte grupper fra normalklasser udviser en overraskende, konsekvent opdeling i en dobbeltfordeling. Sammenholdes de to klassetrin i et udviklingsperspektiv, kan man se dette som en

faktisk allerede af den finske undersøgelse og understøttes i denne undersøgelse for danske forhold. Man burde selvfølgelig foretage yderligere undersøgelser heraf med en større population for at skaffe større sikkerhed for problemets omfang. Perspektivet er, at det kunne være muligt at gøre noget for en sådan elevgruppe med en overskuelig indsats, før de udvikler sig til "special-undervisningskandidater" eller "tålt restgruppe".

Resultaterne peger således overbevisende på, at en forskningsmæssig indsats på dette område kunne være meget produktiv i forhold til en målrettet indsats. Desuden ville der herigennem være mulighed for at kvalificere brugen af koblingen mellem musik og sprog – mere generelt - på et forskningsmæssigt grundlag.

Finn Holst
cand. pæd. mus. og cand. pæd. gen. pæd.
Seminarieadjunkt, Blaagaard CVU Stork.
Fagkonsulent for musik og billedkunst,
Undervisningsministeriet

Referencer:

- Baker, F., Wigram, T, Gold, C. (2005): The effects of a song-singing programme on the affective speaking intonation of people with traumatic brain injury. *Brain Injury*, 19, 7, 519-528.
- Bower, T. G. R. (1982): *Development of infancy*. 2nd edition. San Fransisco. Freeman.
- Bradley, L. & Bryant, P.E. (1978): Difficulties in auditory organisation as a possible cause of reading backwardness. *Nature* 1978; 271; 746-747.
- Bradly, L.& Shankweiler, D. (1991): *Phonological processes in literacy*. Hilldale, NJ: Lawrence Erlbaum.
-
- Bundgård et al (red) (2003): *Kognitiv semiotik. En antologi om sprog, betydning og erkendelse*. P. Haase og Søn.
- Butterwoth, G. E. (1982): *Infancy and epistemology*. Brighton. Harvester.
- Gibson, E.J. (1953): Improvement in perceptual judgement as a function of controlled practice or training. *Psych. Bull.* 50: 401-431.
- Gruhn, W., Galley, N., Kluth, C. (2003): Do mental speed and music abilities interact? *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 999: 485-496
- Holst, F. (2001): Børns opfattelse af melodisk forventning. I:Holgersen og Nielsen (red): *Konferencerapport: Musikpædagogisk Forskning og Udvikling i Danmark*. København, DPU.
- Karma, K. (1994): Auditory and Visual Temporal Structuring: How important is Sound to Musical Thinking. In *Psychology of Music* 1994 nr. 22 p 22-30.
- Karmarkar, U.R.,Buonomano, D.V. (2003): Temporal Specificity of Perceptual Learning in a Auditory Discrimination Task. *Learn.& Mem.* nr.10.
- Kujala,T., Karma, K., Belitz, S., Turkkila, M., Näätänen, R.(2001): Plastic neural changes and reading improvement caused by audiovisual training in reading-impaired children. *Proceedings of the National Academy of Science*. vol. 98, no. 18, pp. 10509 –10514
- Lerdahl & Jackendoff (1996): *A Generativ Theory of Music*, MIT Press.
- Livingstone, M. et al (1991): Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. *Proceedings of the Nat. Acad. of Science* 1991; 88: 7943-7947.
- Lovegrove, W.J. et al (1980): Specific reading disability: Differences in contrast sensitivity

- as a function of spectral frequency. *Science* 1980; 210: 439-440.
- Maturana, H. og Varela, F. (1987): *Kundskabens træ: Den menneskelige erkendelses biologiske rødder*. Ask
 - Maul, J. (1995): *Studier i mulige sammenhænge mellem læsevanskeligheder og rytmisering - analyse af et "rytmisk-sekventielt" tema i dysleksi*. Danmarks Lærerhøjskole. Ålborg.
 - Merzenich, M.M., Jenkins, W.M., Johnston, P., Schreiner, C., Millner, S.L., Tallal, P. (1996): Temporal processing deficits og language-learning impaired children ameliorated by training. *Science* 271: 77-81.
 - Meyer, M. (1899): Is the memory of absolute pitch capable of development by training? *Psychol. Rev.* 6: 514-516
 - Narmour, E. (1990): *The analysis and cognition of Basic Melodic structures: The Implication-realization Model*. Chicago, University of Chicago press.
 - Ramus, F.; Rosen, S.; Dakin, S.C.; Castelotte, J.M.; White, S.; Frith, U. (2003): Theories of developmental dyslexia: Insights from a multiple casestudy of dyslexic adults. *Brain*. 2003.
 - Ramus, F. (2001): Dyslexia. Talk of two theories. *Nature* 412: 393-395
 - Seashore, C.E., Carter, E. A., Franham, E.C., Sies, R.W. (1908): The effects of practice on normal illusion. *Psychol. Mono.:* 103-148.
 - Snowling, M.J.(1981): Phonemic deficits in developmental dyslexia. *Psychological Research* 1981; 43; 219-234.
 - Stein, J. & Wash, V. (1997): To see but not to read: The magnocellular theory of dyslexia. *Trends Neurosci.* 1997; 20: 147-152.
 - Tallal, P. (1980): Auditory temporal perception, phonics and reading disabilities in children. *Brain and Language* 1980; 9; 182-198.
 - Tallal, P., Miler, S & Fitch, R.H. (1993): Neurobiological basis of speech: A case for the preeminence of temporal processing. *Ann. N.Y. Academy of Science.* 1993; 682: 27-47.
 - Talloch, P., Millner, S.L., Bedi, G., Byma, G., Wang, X., Nagarajan, S.S., Schreiner, C., Jenkins, W.M., Merzenich, M.M. (1996): Language comprehension in language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science* 271: 81-84.
 - Trevarthen, C. (1999): Musicality and the intrinsic motive puls: Evidence from human psychobiology and infant communication. *Musicae Scientæ. Escom, special Issue 1999-2000*, 155-215.
 - Vellutino, F.R. (1979): *Dyslexia: Research and theory*. Cambridge, MA. MIT Press.
 - Varela, F.J. (1999): Present-time Consciousness. In: Varela and Shear (Eds.). The View from Within. First-person approaches to the study of consciousness. *Journal of Consciousness Studies*, 6, 2-3. Imprint Academic.
 - Zahavi, D. (2001): *Husserls fænomenologi*. Gyldendal, København.
 - Zatorre, R. J. og Halpern, A. R. (1999) When That Tune Runs Through Your Head: A PET Investigation of Auditory Imagery for Familiar Melodies. *Cerebral Cortex*, Oct/ Nov (9): 697 – 704.

Nicolson, R.I. & Fawcett, A.J. (1990): Automaticity: A new framework for dyslexia research? *Cognition* 1990; 35: 159-182.

Nicolson, R.I., Fawcett, A.J. & Dean, P. (2001): Dyslexia, development and the cerebellum. *Trends Neurosci.* 2001; 24: 515-516.